

Введение

Обзор, введение в тему, обозначение места данной работы в мировых исследованиях и т.п.

Целью данной работы является получение оценок характеристик сильнонелинейного поверхностного волнения в жидкости конечной глубины с помощью экспериментальных и численных подходов, на примере волнения в Охотском море.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести серию натурных экспериментов по регистрации волнения на шельфе Охотского моря, с помощью донных датчиков гидростатического давления.
2. Разработать и реализовать программные комплексы, в качестве инструментов для работы с полученными данными.
3. Рассчитать статистические и спектральные характеристики сильнонелинейного волнения, на основе данных датчиков гидростатического давления, с учетом восстановления поверхностного волнения на основе линейной теории.
4. Произвести оценку влияния нелинейности волнения на характеристики давления на дне, с помощью полнонелинейных теорий.

Актуальность:

Актуальность изучения сильнонелинейных процессов в прибрежной зоне, в том числе аномально больших волн обусловлена в первую очередь непредвиденными опасностями, которую они могут представлять для прибрежной инфраструктуры. В связи с расширением разведки и добычи нефти и газа в шельфовой зоне океанов и морей большую важность приобрела информация об аномально больших значениях волн, поскольку буровые установки и платформы должны эксплуатироваться при любых погодных условиях включая экстремальные. Занижение расчетных значений волнения уменьшает безопасность сооружений, а завышение увеличивает их стоимость. Большой проблемой в этом смысле для шельфа о.Сахалин является недостаточная достоверность расчетных высот волн, основанная на малом объеме наблюдаемых данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Представлены оценки влияния нелинейности волнения на характеристики давления на дне. Показано что линейная теория может недооценивать давление на дне более чем на 17%, во время сильнонелинейных процессов.
2. В рамках слабо-дисперсионной полно-нелинейной теории длинных волн и предположении о движении волны с постоянной скоростью получена явная приближенная формула для одноточечной связи между вариациями давления и смещения водной поверхности. Выполнены количественные расчеты восстановления параметров волны по показаниям донного датчика, характерным для Охотского моря.
3. Показано, что начиная с высот солитона, равных примерно половине глубины бассейна, пространственное распределение давления на дне становится двугорбым, и давление в центре волны уменьшается по сравнению с гидростатическим.
4. По результатам численного исследования полнонелинейных уравнений динамики идеальной несжимаемой жидкости выявлены наиболее чувствительные к появлению аномально-больших волн характеристики.
5. Впервые получены на основе проведенных долговременных натурных наблюдений статистические и спектральные оценки характеристик ветрового волнения и зыби на шельфе о.Сахалин. Представлены статистики появления аномально больших волн и эффекты концентрации геометрических характеристик таких волн в регионе.
6. Разработана и реализована информационная система для хранения и типовой обработки данных натурных наблюдений, также разработан и реализован программный комплекс спектрального и статистического анализа натурных данных синхронных измерений гидростатического давления.

Научная новизна: Проведенные натурные наблюдения и предложенная методика обработки и анализа данных наблюдений волнения, с помощью датчиков гидростатического давления, позволила впервые получить подробные оценки статистических и спектральных характеристик ветрового волнения и зыби на шельфе южной части о.Сахалин.

На основе продолжительных данных натурального наблюдения волнения впервые получены статистики появления аномально больших волн в данном регионе. С помощью проведения серии вычислительных экспериментов показана характеристика наиболее чувствительная к появлению аномально больших волн.

Подробно проанализировано влияние эффектов нелинейности при регистрации донным датчиком давления сильнонелинейных волновых процессов в бассейне конечной глубины с помощью численного решения полнонелинейных уравнений идеальной жидкости, а также с помощью слабодисперсионной модели Железняк-Пелиновского. С помощью вычислительных экспериментов проанализирована крутизна обрушения волны Стокса для бассейнов различной глубины.

Научная и практическая значимость: Полученные в работе оценки влияния нелинейных эффектов показывают возможность изучения сильнонелинейных процессов в прибрежной зоне, в том числе аномально больших волн с помощью датчиков донного давления. Важным практическим приложением данной работы является оценка статистических и спектральных характеристик ветрового волнения и зыби в прибрежной зоне южной части о.Сахалин, а также оценка статистических и геометрических характеристик аномально больших волн в этом регионе, которые могут быть использованы при разработке буровых, нефтегазовых платформ или иных сооружений прибрежной инфраструктуры.

Разработанные методики обработки натурных данных и программный комплекс внедрен и используется в ФГБУН «Специализированное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований ДВО РАН» и в ФГБУН «Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН» для хранения и типовой обработки данных натурных наблюдений волнения.

Степень достоверности: Достоверность полученных результатов при моделировании сильнонелинейных волновых процессов обеспечивается применением строго обоснованных методов обработки и численных методов для решения уравнений. Полученные в работе результаты по влиянию эффектов нелинейности хорошо согласуются с результатами, полученными другими авторами.

Апробация работы: Основные результаты диссертации представлялись на международных и всероссийских конференциях, среди которых:

1. II Международная конференция «Геоинформатика: технологии, научные проекты». (Барнаул, 2010);
2. V Сахалинская молодежная научная школа «Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз» (Южно-Сахалинск, 2010);
3. XX Международная научно-практическая конференции по графическим информационным технологиям и системам «КОГРАФ-2010» (Нижний Новгород, 2010);

4. Генеральные Ассамблеи Европейского геофизического союза (Вена, Австрия, 2010 – 2012);
5. XVI – XVIII Международные научно-технические конференции «Информационные системы и технологии» (Нижний Новгород, 2010 – 2012);
6. IX – XI Международные молодежные научно-технические конференции «Будущее технической науки» (Нижний Новгород, 2010 – 2012);
7. XI Международная научно-методическая конференция «Информатика: проблемы, методология, технологии» (Воронеж, 2011);
8. XXII Всероссийская научно-практическая конференция по графическим информационным технологиям и системам «КОГРАФ-2012» (Нижний Новгород, 2012).

Результаты диссертации неоднократно докладывались на семинарах Института морской геологии и геофизики ДВО РАН, а также Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

Личный вклад.

Соискателем:

1. Разработаны и апробированы методики обработки и анализа данных натурных наблюдений волнения, полученных с помощью датчиков гидростатического давления;
2. Проведены оценки влияния эффектов нелинейности с помощью численного решения полнонелинейных уравнений идеальной жидкости, а также с помощью слабодисперсионной модели Железняк-Пелиновского;
3. Получены подробные оценки статистических и спектральных характеристик ветрового волнения и зыби в прибрежной зоне южной части о.Сахалин. Отдельно получены статистики появления аномально больших волн в данном регионе;
4. По результатам вычислительных экспериментов определены характеристики наиболее чувствительные к появлению аномально больших волн;
5. Показаны эффекты концентрации геометрических характеристик при возникновении аномально больших волн на основе обширных данных натурных наблюдений;
6. Все представленные в диссертации данные натурных наблюдений волнения на шельфе о.Сахалин получены при непосредственном участии автора.

Публикации

Методика и результаты проведенных исследований полностью отражены в публикациях по теме диссертации. Всего по теме диссертации опубликовано 40 работ, из них:

- статьи в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК – 6 (из них 2 находятся в печати);
- статьи в рецензируемых изданиях – 2;
- тезисы докладов и материалы конференций – 34.

Список публикаций, в которых изложены основные результаты работы

В изданиях из перечня ВАК:

1. **Кузнецов К.И.**, Куркин А.А., Пелиновский Е.Н., Ковалев П.Д. Статистические характеристики ветрового волнения на юго-восточном побережье о. Сахалин по инструментальным измерениям 2006-2009 гг. // «Физика атмосферы и океана» *(принята к публикации, выйдет в июле 2014)*.
2. **Кузнецов К.И.**, Куркин А.А. Информационная система хранения и обработки океанологических данных// "Вестник МГОУ"серия "Естественные науки"2010. № 2. С.101-105.
3. **Кузнецов К.И.**, Костенко И.С., Юдин А.В., Зарочинцев В.С. Восстановление профиля морской поверхности по записям датчиков придонного давления // «Датчики и системы» 2013 №2, с.22-27
4. В.И. Иволгин, Д.П. Ковалев, П.Д. Ковалев, **К.И. Кузнецов**. Регистрация ветрового волнения донным датчиком гидростатического давления// Вестн. Тамб. ун-та, Сер. Естеств. и техн. науки. - 2011. -Т. 16.- Вып. 5.-С. 1272-1276.
5. А.И. Зайцев, И.С. Костенко, **К.И. Кузнецов**, Р.В. Леоненков, А.Р. Гиниятулин, Ю.А. Панфилова Организация инструментальных наблюдений поверхностных волн в охотском море // «Датчики и системы» 2013 №6. с.38-44.
6. **Кузнецов К.И.**, Пелиновский Е.Н., Куркин А.А., Зайцев А.И. Восстановление поверхностных волн по измерениям вариаций давления на морском дне // "Вестник МГОУ"серия "Естественные науки". 2013. № 3. *(принята к публикации, выйдет в октябре 2013 г.)*.

в рецензируемых журналах:

7. Зайцев А.И., Малашенко А.Е., Костенко И.С., Пелиновский Е.Н., **Кузнецов К.И.** Регистрация волн-убийц в заливе Анива Охотского моря Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2012. №1 (94). – 366 с., стр.33-41
8. А.И. Зайцев, И.С. Костенко, Р.В. Леоненков, **К.И. Кузнецов**, Гиниятуллин А.Р., Панфилова Ю.А. Организация натурных наблюдений поверхностного волнения в прибрежной зоне о. Сахалин // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2012. №4 (97). – 366 с., стр. 59-68

а также в **34** тезисах докладов международных и всероссийских конференций.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений. Полный объем диссертации составляет XXX страница с XX рисунками и XX таблицами. Список литературы содержит XXX наименований.